

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di territorio e sistemi agro - forestali

Paesaggio parchi e giardini L

Studio preliminare sulle forme di humus del Trentino
(Alpi centro-orientali, Italia). Relazioni tra parametri
correlati a clima, vegetazione e proprietà degli
orizzonti diagnostici.

Relatore

Prof. Augusto Zanella

Correlatore

Dott. Giacomo Sartori

Laureando

Michele Bazzanella

Matricola n. 521794

ANNO ACCADEMICO

2013 -2014

INTRODUZIONE

Com'è nata l'idea della tesi e prime fasi del lavoro

Dopo aver frequentato il corso di Ecologia del suolo con il prof. Augusto Zanella ho iniziato a interessarmi alle forme di humus.

Ho saputo che vi erano dei dati raccolti sui suoli della Provincia di Trento per la redazione e pubblicazione della carta dei suoli – 2007 - ancora in formato schede di campo; bisognava metterli in un'unica tabella per iniziare a studiarli statisticamente considerando i dati climatici e vegetazionali; sono stato messo in contatto con il dott. Giacomo Sartori del Museo Tridentino di Scienze Naturali di Trento che mi ha consegnato le cartelle dei rilevamenti di campo. Ho ricopiato i dati in una tabella con queste variabili:

luogo dell'osservazione, classificazione Duchaufour, litotipo, località, indice di Gams, indice di Lang, precipitazione media, temperatura media, quota, esposizione, vegetazione descrittiva, vegetazione semplificata, copertura erbacea, copertura muscinale, forma di humus, indice di Ponge, tipo di orizzonte A, spessore orizzonte A, pH (KCl, CaCl₂), % carbonati, Presenza/assenza OF, spessore OF, tipo OF, pH campagna OF, presenza/assenza OH, spessore OH, tipo OH, pH campagna OH, limite OH, effervescenza, % argilla, %sabbia, %scheletro, % carbonio, rapporto C/N, note, analisi su campioni dell'orizzonte A (presenti o assenti), analisi orizzonti organici, solo profondità, descrizione incompleta, descrizione completa. Ho inserito poi anche due colonne con le coordinate Gauss-Boaga per georeferenziare i siti (le coordinate mi sono state fornite in un secondo tempo dal dott. Sartori).

I 331 rilevamenti non erano tutti uguali, perché eseguiti da persone diverse, in tutti mancavano: indice di Gams, indice di Lang, precipitazione media e temperatura media e in molti il pH di campagna orizzonte OF, il tipo di orizzonte OH, pH di campagna orizzonte OH, limite orizzonte OH, effervescenza, % di argilla, sabbia e scheletro; per le variabili climatiche ho contattato il dott. Nicola La Porta presso la

Fondazione Edmund Mach di S. Michele all'Adige che ha elaborato dati molto puntuali sulle precipitazioni e le temperature annuali medie dei siti dei rilevamenti.

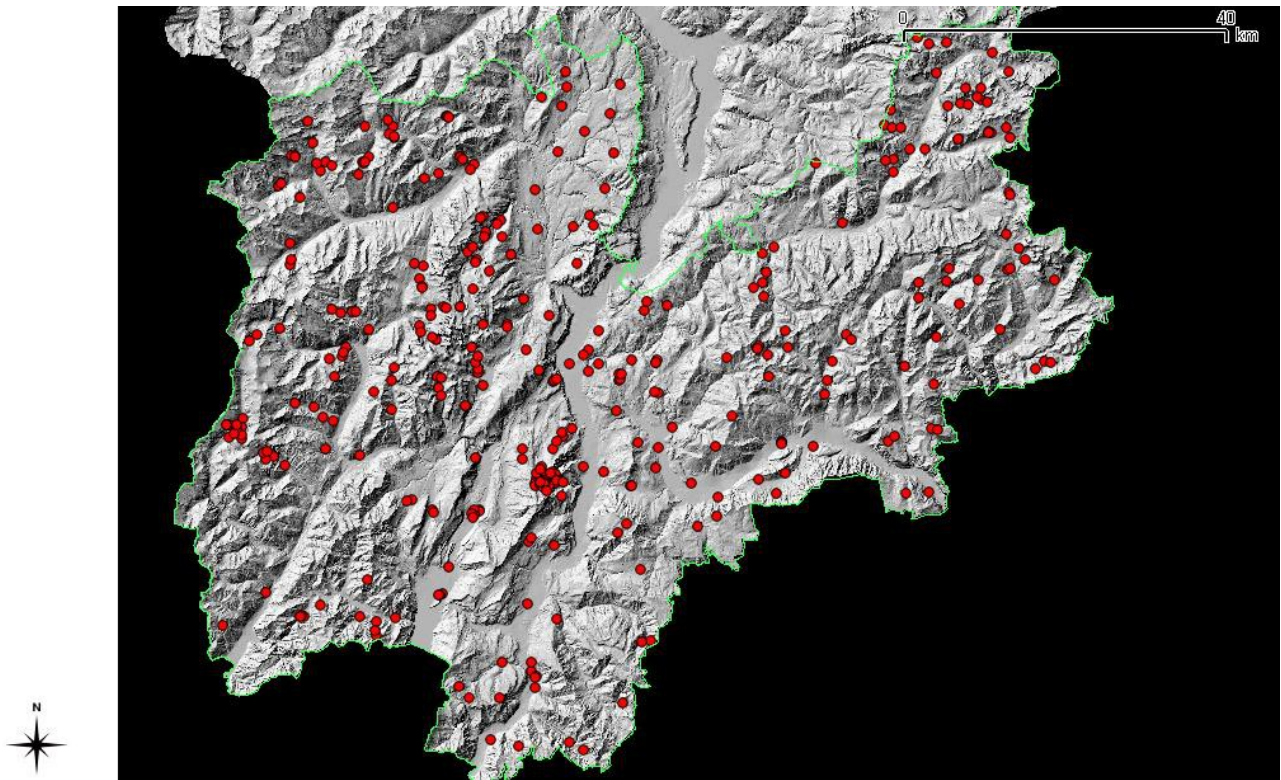


Figura 1. Punti rilevamento di suolo e forme di humus in Trentino
Campionamento effettuato dalla squadra di G. Sartori e N. La Porta

Scopo della tesi

Lo scopo di questa tesi è quello di studiare le forme di humus del Trentino per capire quali variabili climatiche, ambientali e di costituzione li distinguono tra loro.

Struttura della tesi

➤ Parte 1

Che cosa sono le forme di humus

Inquadramento geologico, climatico e vegetazionale

La tabella dei dati

➤ Parte 2

Scelta delle variabili

➤ Conclusioni

Analisi statistiche usate e principali risultati ottenuti

Tra le variabili della tabella finale ne sono state scelte 14 per mezzo delle quali si sono studiati 223 rilevamenti completi. Le altre variabili vengono per il momento lasciate da parte e saranno studiate in un altro lavoro, dopo avere completato i rilevamenti che abbiamo scartato in questo primo approccio preliminare. Un'analisi delle componenti principali ci ha permesso di individuare le variabili che meglio discriminano i rilevamenti tra loro. Tali variabili principali sono di tipo climatico (t° media e precipitazioni medie annue), oppure legate indirettamente a queste (quota), ma anche caratterizzanti il profilo del suolo (spessore orizzonte A, pH A, scheletro%, sabbia%, argilla%).

Sui valori di queste variabili nei rilevamenti sono stati fatti dei test per distinguere tra loro le diverse forme di humus della Provincia.

Appare allora che gli Amphi e i Mull si distinguono nettamente dai Moder e Mor sulla base della temperatura media annua e della quota perchè i primi due si formano in aree di bassa altitudine e più calde.

Lo stesso succede con il pH dell'orizzonte A e con contenuti percentuali di argilla e sabbia, che sono alti (pH e argilla), bassi (sabbia) nei Mull e Amphi contrariamente a quello che succede nei Moder e Mor. Queste ultime due forme hanno un pH dell'orizzonte A diverso tra loro, essendo significativamente più acido nei Mor.

Gli indici climatici, combinazione matematica dei valori di Temperatura e Precipitazioni, caratterizzano localmente il clima e distinguono bene i Mull dagli Amphi, i secondi trovati in zone meno umide, e anche i Mull e Amphi dai Moder e Mor, i secondi due occupando zone più continentali.

INDICE

PARTE PRIMA

1.1 Che cosa sono le forme di humus.....	pag. 7
1.2. Descrizione della geologia, del clima e della vegetazione delle aree di rilevamento.....	pag. 10
1.2.1 Inquadramento geologico.....	pag. 10
1.2.2. Inquadramento climatico.....	pag. 11
1.2.3. Vegetazione.....	pag. 13
1.3 La tabella dei dati.....	pag. 13

PARTE SECONDA

Prime analisi statistiche dei dati.....	pag. 16
2.1. Scelta delle variabili.....	pag. 17
2.2. Differenze tra le medie delle variabili nelle forme di humus.....	pag. 22
2.3. Studio grafico: forme di humus, vegetazione e tipo di suolo.....	pag. 30
CONCLUSIONI.....	pag. 32
BIBLIOGRAFIA.....	pag. 35
RINGRAZIAMENTI.....	pag. 37

PARTE PRIMA

1.1 Che cosa sono le forme di humus

I resti organici depositati sul suolo si differenziano in senso verticale a causa delle condizioni biotiche e abiotiche dell'ambiente e si formano degli orizzonti di suolo. La sequenza di questi orizzonti e le loro caratteristiche definiscono le diverse forme di humus. Con il termine forma di humus si indica quindi “una serie di orizzonti posti uno sull'altro, in prossimità della superficie del suolo, formati da residui organici più o meno trasformati, separati o frammisti a materiale minerale” (Müller, 1878). Le forme di humus comprendono gli orizzonti organici e, quando presente, l'orizzonte organo-minerale. La sequenza degli orizzonti cambia a seconda del contesto ecologico di formazione. Gli orizzonti organici sono quelli situati alla superficie del suolo e formati da materiali vegetali e animali più o meno trasformati. Si possono dividere in tre grandi gruppi: OL (orizzonte Organico della Lettiera), OF (orizzonte Organico di Frammentazione della lettiera), OH (orizzonte Organico dell'Humus) e A (orizzonte organo-minerale). Questi orizzonti cambiano con l'ambiente in cui si formano, con il modificarsi dell'altitudine, dell'esposizione, dell'uso del suolo, della roccia madre, delle fasi dinamiche del bosco. L'altitudine è correlata alla temperatura (ogni 100 m di dislivello cala di circa 0,6°) e perciò salendo di quota vengono provocati i rallentamenti dell'attività biologica, delle reazioni chimiche e del processo di mineralizzazione.

Le principali forme di humus sono:

- Mull
- Amphi
- Moder
- Mor

In questi ultimi anni in Trentino sono stati fatti diversi studi sulle forme di humus che ho consultato prima di scrivere questo lavoro di tesi:

- Humus forestali. Manuale di ecologia per il riconoscimento e l'interpretazione. Applicazione alle faggete. (Zanella et al. 2001)
- Il ruolo della pedofauna nella variabilità spaziale e temporale delle forme di humus: indagini micromorfologiche su sezioni sottili ed osservazioni allo stereoscopio. (Galvan P. et al. 2006)
- Studio preliminare della variabilità delle forme di humus studiate secondo due diversi approcci in relazione al tipo di vegetazione presente in stazioni campione di aree montane lombarde (Chersich et al. 2006)
- Variabilità delle forme di humus in due siti campione di pecceta altimontana trentina. (Chersich S. et al. 2007)
- Analisi di fingerprint molecolare delle comunità batteriche negli humus di peccete alpine (Vendramin et al. 2007)
- I suoli della piana delle Viote : paesaggi, suoli e forme di humus (Sartori G., 2007)
- Suoli degli ambienti alpini (Sartori G., 2009)
- Toward an European humus forms reference base (Zanella et al. 2009)

In base alla successione e allo spessore degli orizzonti OL, OF, OH, i Mull e i Moder, erano stati suddivisi in Eumull, Mesomull, Oligomull e Dismull, Hemimoder e Dysmoder dagli autori dei rilevamenti. Per gli Amphi non esisteva una suddivisione in sotto-categorie e quindi non era stata fatta. Nel presente studio si considera solo il primo livello della classificazione delle forme terrestri, che distingue Mull, Moder, Mor e Amphi.

La chiave Europea di riconoscimento che permette facilmente di distinguerle è pubblicata in questo sito:

http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/56/17/95/PDF/Humus_Forms_ERB_31_01_2011.pdf

Ci sono altre forme nelle schede di campo, ma il numero di rilevamenti è troppo scarso per poter fare delle analisi statistiche e sono state messe da parte (pochi Tangel e forme di zone umide).

1.2. Descrizione della geologia, del clima e della vegetazione delle aree di rilevamento

1.2.1

Inquadramento geologico

Il Trentino è una provincia prevalentemente montuosa e molto variegata per quanto riguarda il dislivello altitudinale e per la natura dei substrati rocciosi. Dal punto di vista pedologico è importante conoscere la composizione delle rocce che poi costituiranno il terreno ed il loro grado di alterabilità.

Gli affioramenti rocciosi in Trentino si possono raggruppare in sei gruppi:

- metamorfici
- effusivi
- intrusivi
- calcareo-dolomitici
- calcareo-marnosi e argillosi
- di origine glaciale e alluvionale.

Gli affioramenti metamorfici si trovano principalmente in due porzioni del territorio trentino: nord occidentale e centro -orientale; gli effusivi nella zona nord orientale, gli intrusivi a est (Cima d'Asta) e a ovest (Adamello), i calcareo dolomitici sono i maggiormente presenti (Marmolada, Latemar, Pale di S. Martino, Brenta), i calcareo marnosi e argillosi sono sporadici e localizzati soprattutto nella porzione centrale della Provincia e sul margine sud orientale verso la pianura Padana.

I substrati metamorfici danno origine a suoli generalmente acidi e piuttosto poveri di elementi nutritivi. Gli effusivi danno luogo a suoli a pH acido, gli intrusivi sono caratterizzati da elevati tenori di potassio e fosforo e possiedono una discreta profondità, frequentemente acidi. I suoli derivanti da substrati calcareo dolomitici sono a reazione basica, profondi. Quelli che derivano da rocce calcareo marnose e argillose sono di solito profondi e ricchi di elementi nutritivi mentre quelli derivanti

da substrati di origine glaciale e alluvionale hanno spessori piuttosto variabili e sono molto importanti in quanto costituiscono spesso il reale substrato sul quale si impostano i processi di formazione dei suoli forestali in ambiente montano alpino. I rilevamenti studiati in questa tesi si trovano sulle formazioni geologiche nella proporzione illustrata dal grafico di figura 2:

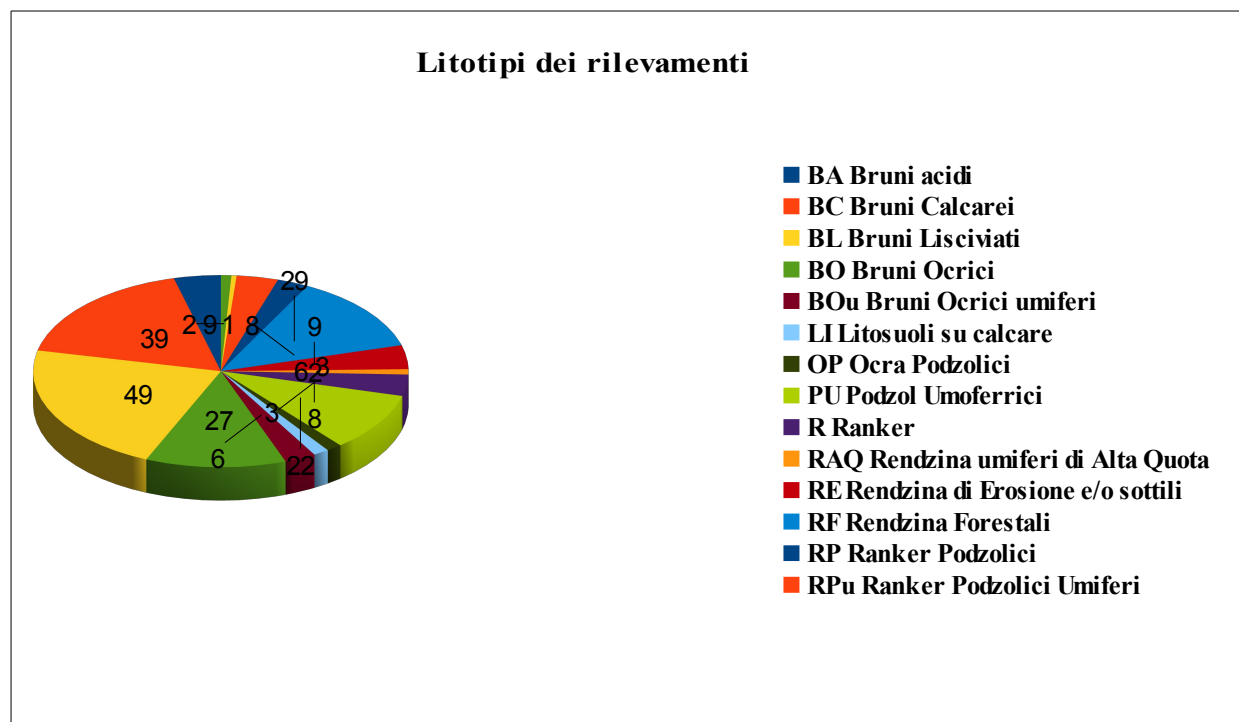


Figura 2

1.2.2. Inquadramento climatico

Il clima del Trentino è molto differenziato, nonostante la modesta estensione della Provincia, a causa della posizione nell'arco alpino e per la conformazione orografica. La complessa morfologia del Trentino, caratterizzato da valli orientate in diverse direzioni e di diversa ampiezza, da catene montuose, da laghi, conche e colline, genera una notevole varietà climatica. Si possono distinguere sostanzialmente due tipologie di paesaggio: il grande solco vallivo della val d'Adige (comprese le valli laterali come la Valsugana, la Valle dei Laghi/alto Garda, la Val di Non, le Valli di Cembra, Fiemme e Fassa) e le catene montuose come il Gruppo del Brenta, le

Dolomiti, il Gruppo dell'Adamello, il Lagorai, la catena Bondone-Baldo, le Alpi di Ledro e via scorrendo. La cima più elevata della regione è il Cevedale (3769 m) nelle Alpi Retiche, mentre la zona più bassa della regione è la costa nord del Garda con i circa 75-80 m s.l.m. del lungolago di Torbole e Riva del Garda.

La zona termo-prealpina risente dell'azione termoregolatrice del Lago di Garda che determina condizioni climatiche di tipo sub-mediterraneo: precipitazioni totali annue attorno a 900 – 1000 mm, con massimi primaverili e autunnali e temperature miti anche durante il periodo invernale.

La zona prealpina ha un regime pluviometrico e termico di tipo oceanico-mediterraneo causato dalla presenza di masse di aria calda e umida provenienti dalla pianura che si insinuano lungo le valli con sviluppo sud – nord condensandosi a ridosso dei rilievi (precipitazioni annue circa 1300 mm con regime equinoziale).

La zona alpina assume caratteri continentali con precipitazioni totali di 800 – 900 mm con un massimo estivo e temperature rigide in inverno con grandi escursioni termiche.

I rilevamenti studiati in questa tesi si trovano nelle tipologie climatiche citate nella proporzione illustrata dal grafico di figura 3:

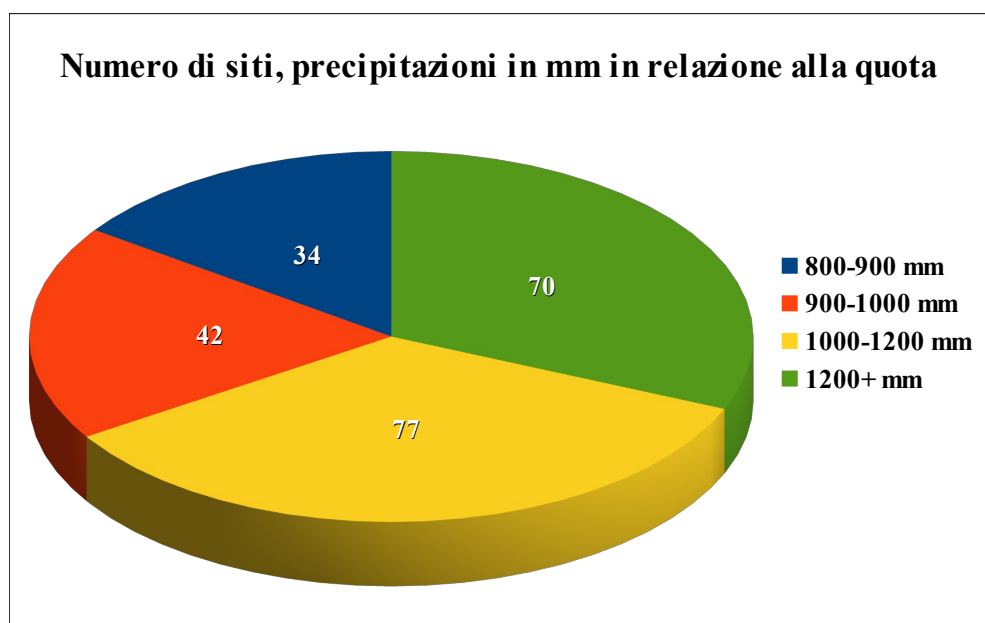


Figura 3

1.2.3. Vegetazione

Nel territorio del Trentino c'è una grande variabilità fitoclimatica dovuta alla grande varietà geologica dei substrati, all'ampia escursione altitudinale (da 70m a quasi 4000) e a particolari microclimi. Carpineti, acero frassineti e faggete dei substrati silicatici si trovano solo nel settore prealpino con superfici ridotte nelle Giudicarie inferiori, bassa Valsugana e Primiero; i querceti di rovere in Valsugana, valle del Chiese, valli di Cembra e Fiemme.

Gli abieteti dei substrati silicatici sono diffusi in tutto il settore endalpico, gli abieteti misti costituiscono la fascia più consistente nel settore prealpino e alpino. Le peccete dei substrati silicatici hanno la maggior potenzialità nella zona endalpica. Gli orno-ostrieti sono diffusi sul fondo e i bassi versanti di tutte le valli del Trentino escluse l'alta val Rendena, media e alta val di Sole, val di Fassa e Cembra, le mughete coprono tutti i massicci calcarei-dolomitici dalle Prealpi alle Alpi interne (Sitzia, 2009).

1.3 La tabella dei dati

La tabella dei dati (annesso 1) si compone di 223 rilevamenti organizzati in modo crescente e con 32 variabili, nell'ordine:

- forma di humus
- forma di humus primo livello
- n° osservazione
- nome profilo
- classificazione Duchaufour
- classificazione Duchaufour semplificata
- litotipo
- località
- coordinate Gauss Boaga
- indice di Gams Michalet

- indice di Gams
- indice di De Martonne
- indice di Lang
- precipitazione media annua
- temperatura media annua
- quota
- esposizione
- descrizione vegetazione
- vegetazione semplificata
- copertura erbacea
- copertura muscinale
- indice di Ponge
- spessore orizzonte A
- pH orizzonte A
- spessore orizzonte OF
- spessore orizzonte OH
- argilla percentuale
- sabbia percentuale
- scheletro percentuale
- carbonio percentuale
- rapporto C/N

Tale matrice nasce da una tabella più ampia con 331 rilevamenti derivanti dalle schede di campo che però non sempre erano complete o in alcuni casi erano illeggibili o erano schede riguardanti zone coltivate che non sono state prese in considerazione in questo studio.

Mancavano i dati relativi alla georeferenziazione, mi sono stati forniti dal dott. Giacomo Sartori che mi ha anche messo in contatto con il dott. Nicola La Porta,

ricercatore presso la Fondazione Edmund Mach di S. Michele all'Adige il quale mi ha consegnato i dati spazializzati delle precipitazioni e delle temperature medie dei singoli rilevamenti che poi ho inserito nella tabella.

Analizzando la tabella ho rilevato che sulle montagne trentine ci sono 16 tipi di suoli: quelli che si trovano con frequenza maggiore sono i suoli bruni lisciviati seguiti dai bruni calcarei, dai bruni ocrici, dai rendzina forestali e dai podzol umoferrici.

Le forme di humus di primo livello più presenti sono i Mull (74), poi i Moder (69), Gli Amphi (67) e i Mor (13).

Per quanto riguarda la vegetazione si può dire che le più rappresentate nei rilevamenti sono le peccete e i pascoli, seguite da faggete e altre latifoglie, piceo-faggete e piceo-lariceti mentre sono poco comuni i castagneti e i lariceti puri. (Fig.4)

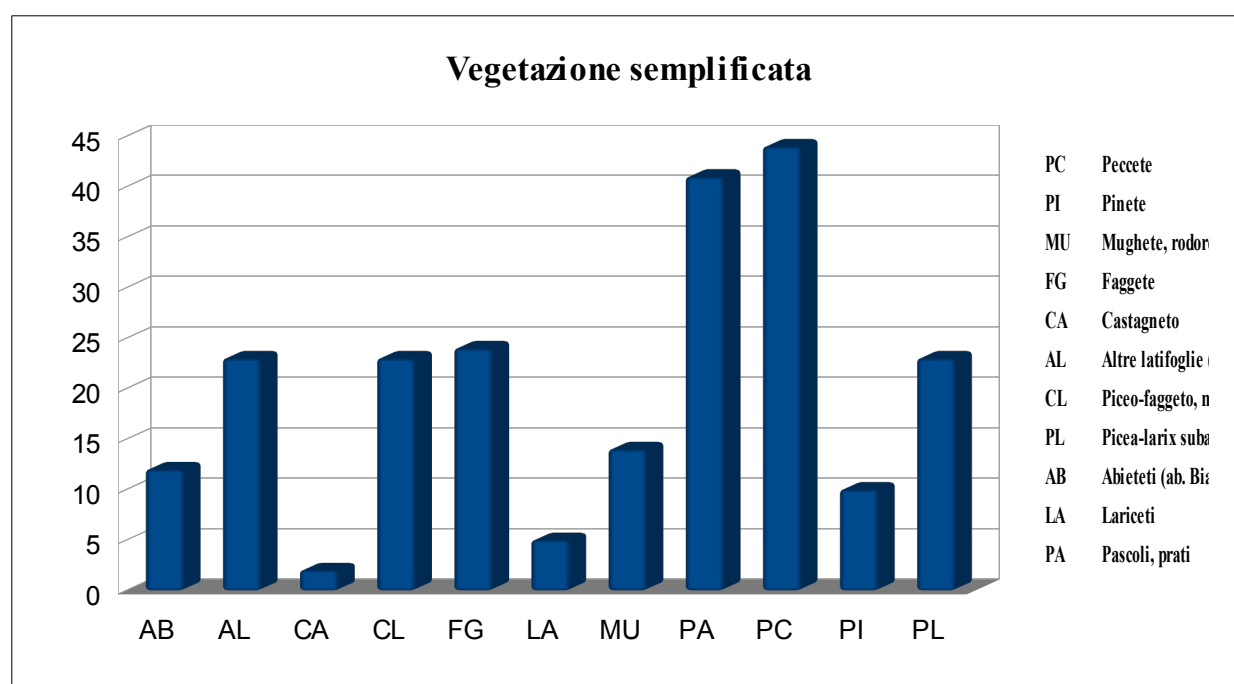


Figura 4

PARTE SECONDA

Prime analisi statistiche dei dati

Sui dati contenuti nella tabella1 dell'annesso 1 si sono fatte tre analisi statistiche per mezzo di un programma per computer (STATISTICA, versione 2006): un'analisi delle componenti principali, dei test di Kruskal-Wallis e uno studio grafico. Con la prima analisi si sono individuate le variabili che distinguono meglio i rilevamenti tra loro. La temperatura media annua dell'aria, per esempio, è molto diversa tra i rilevamenti. Con la seconda fase si sono poi prese una a una queste variabili discriminanti e realizzato dei test sui valori medi per distinguere le forme di humus tra loro. I valori di temperatura, per esempio, distinguono molto bene le quattro forme di humus studiate se prese due a due.

L'analisi delle componenti principali riassume tutte le variabili della tabella in formule matematiche chiamate "componenti principali" o "fattori", che altro non sono che una combinazione matematica di tutte le variabili originarie. Il vantaggio è che tali nuove componenti o fattori si possono utilizzare come variabili ordinarie per costruire dei grafici, prendendole due a due. Per capire quanto "contano" le vecchie variabili di origine nei nuovi fattori, il programma fornisce delle tabelle che ci dicono il "contributo" di ogni vecchia variabile ai nuovi fattori (più la vecchia variabile è correlata ai nuovi fattori e meglio la vecchia è rappresentata nei fattori). Questa stima viene anche presentata disponendo le vecchie variabili in un cerchio come vedremo nei risultati riguardanti i suoli trentini.

Lo studio grafico finale, terza fase di analisi, è stato fatto mettendo in relazione i tipi di suolo e di vegetazione su un piano, colorando il punto di incrocio di queste due variabili sul piano con il colore relativo alla forma di humus. A un punto colorato sul piano corrispondono allora precise categorie di suolo e vegetazione che possono così essere descritte più facilmente che non partendo direttamente dalla tabella di origine.

2.1. Scelta delle variabili

In tabella 1 sono elencate le 14 variabili considerate nell'analisi. Tra queste il programma permette di scegliere quelle che sono “attive” e quelle che invece sono “passive”. Le variabili attive sono quelle considerate nel calcolo dei nuovi fattori, le altre invece vengono utilizzate solo come supporto, non contribuiscono alla dispersione dei rilevamenti sui grafici, ma aiutano a capire come tale distribuzione si sia potuta realizzare con le altre variabili. Le variabili passive, infatti, “contengono” già le variabili attive in modo indiretto e/o combinato, e sarebbero ridondanti se utilizzate come variabili attive. Nel nostro caso, gli indici climatici di Gams e di De Martonne, combinazione matematiche di temperatura e precipitazione, sono state utilizzate come variabili passive.

Tabella 1. Variabili considerate nell'analisi delle componenti principali e valori di correlazione di queste variabili con i primi tre fattori dell'analisi. Le ultime due variabili segnate con un asterisco sono variabili passive.

	Fatt. 1	Fatt. 2	Fatt. 3
P_media	-0,236424	0,086804	0,495802
T_media	0,821239	-0,446397	-0,052408
Quota	-0,838369	0,430346	0,087639
Esposizione	0,168772	-0,173938	-0,159371
Spessore A	0,395556	0,578237	0,189193
pH_A	0,734653	0,116490	0,404796
OF_spess	0,211570	0,377240	0,001774
OH_spessore	0,318575	0,323394	0,027078
argilla_perc	-0,012625	-0,556620	0,496619
sabbia_perc	0,079784	0,281754	-0,791755
scheletro_perc	0,722862	0,418159	0,000149
carbonio_perc	-0,114605	0,450716	0,447284
*I_Gams Michalet	-0,155298	-0,030939	-0,423977
*I_De Martonne	-0,675395	0,413189	0,324135

Oltre alle variabili, in tabella 1 figurano anche tre nuovi fattori (colonne) con i valori di correlazione tra questi e le vecchie variabili. Il fattore 1 è molto correlato e positivamente con la temperatura media dell'aria (0,8), con il pH (0,7) e con la quantità di scheletro (0,7) dell'orizzonte A; negativamente (-0,8) con la quota e con l'Indice di De Martonne (-0,67). Il fattore 2 è mediamente correlato con lo spessore di A (0,57), con la quota (0,43) e con la percentuale di Carbonio (0,45), negativamente con la percentuale di argilla (-0,55) e con la temperatura media (-0,44). Il fattore 3 è invece non fortemente correlato con la percentuale di argilla (0,49) e con la precipitazione media (0,49), mentre è fortemente correlato ma negativamente con la percentuale di sabbia (-0,79).

I rilevamenti (le linee della tabella 1 in annesso 1) sono ora caratterizzati, oltre che dalle variabili di origine (le colonne della tabella in annesso), anche dalle nuove variabili o fattori calcolati come combinazione di 12 delle variabili di origine. Utilizzando queste nuove variabili si possono costruire delle figure disponendo i rilevamenti su piani cartesiani. In figura 5 vengono riportati i rilevamenti sul piano costruito utilizzando i primi due fattori dell'analisi.

In figura 6 vengono invece utilizzati i fattori 1 e 3. Per indicare quanta informazione contengono i fattori rispetto a quella attribuibile a quella delle variabili di origine separate, il programma fornisce un valore di "inerzia". Esso viene letto in percentuale, fatta 100 l'inerzia delle variabili di origine. La parola inerzia viene impiegata come in fisica, in modo figurato i rilevamenti si "muovono con inerzia" perché legati alle variabili.

Per facilitare la lettura dei grafici, ai rilevamenti si possono assegnare dei colori diversi, a seconda di quello che si desidera evidenziare. Nel nostro caso, si sono assegnati colori diversi ai rilevamenti in corrispondenza delle quattro forme di humus presenti in tabella: verde per i Mull, arancione per gli Amphi, rosa-violaceo per i Moder e blu per i Mor. Come si può notare, i punti appartenenti a una categoria di forme di humus si trovano vicini sul grafico e formano delle nuvole.

Questo significa che l'analisi ha funzionato bene, che le variabili che abbiamo considerato riescono a separare le forme di humus tra loro. Infatti, sulla fig. 5, anche se l'inerzia espressa è solo del 38,59%, i Mull si trovano nel quadrante in basso a sinistra e si oppongono agli Amphi, i Moder e i Mor invece occupano il quadrante in alto a sinistra.

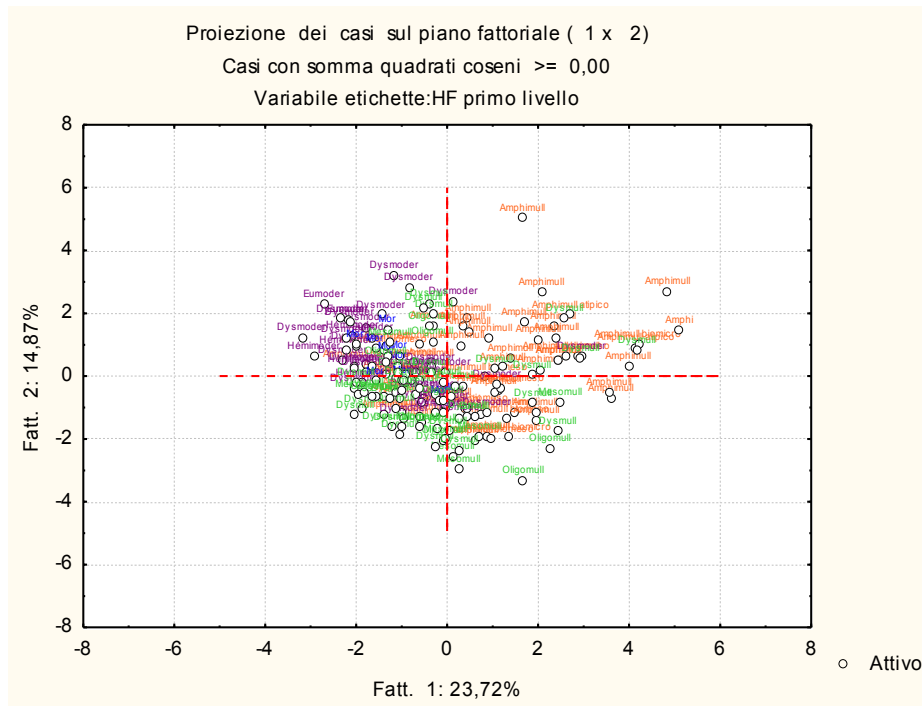


Figura 5. Rilevamenti (chiamati anche “casi”) sul piano dei fattori 1-2. L'inerzia percentuale dei fattori è rispettivamente 23,72% e 14,87%, per un totale di 38,59%. Colori: verde per i Mull, arancione per gli Amphi, rosa-violaceo per i Moder e blu per i Mor.

La figura 5 si capisce meglio confrontandola con la figura 6 dove viene fatto intervenire un terzo fattore.

Su questo nuovo grafico gli Amphi si oppongono ai Moder e Mor, mentre i Mull si trovano in mezzo.

I rilevamenti formano comunque delle nuvole, quindi anche sul fattore 3 ci sono delle variabili discriminanti interessanti.

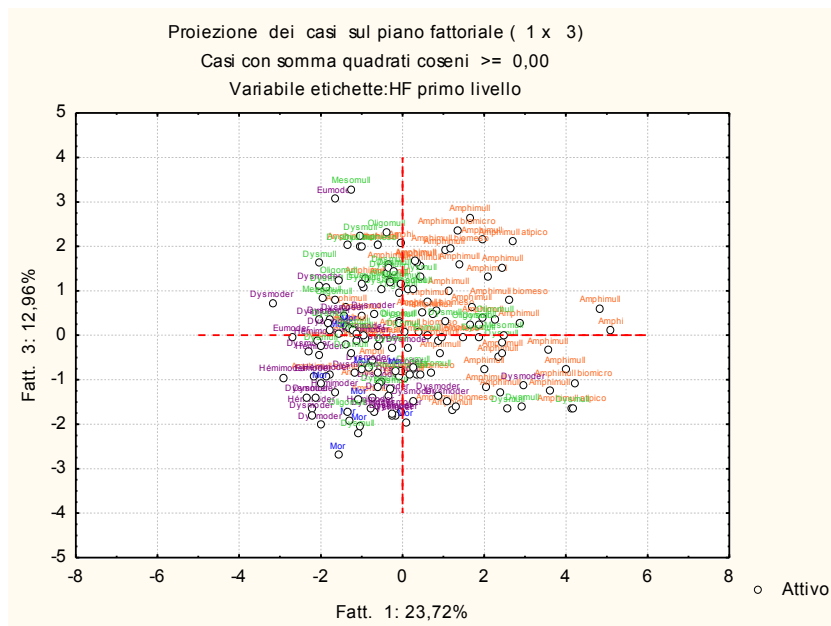


Figura 6. Piano dei fattori 1-3. Colori: verde per i Mull, arancione per gli Amphi, rosa-violaceo per i Moder e blu per i Mor

Per capire quali sono le variabili più significative, il programma fornisce delle figure che aiutano nell'interpretazione dei risultati. In figura 7 e 8 vengono riprodotti i grafici riportanti le variabili in gioco nelle figure 5 e 6. Tali figure vanno lette in questo modo: le variabili sono state raffigurate come vettori che “tirano” i rilevamenti nella direzione della freccia; la loro forza essendo proporzionale alla loro lunghezza, contano molto le variabili che hanno una lunghezza che avvicina la loro punta al cerchio raffigurato all'esterno.

Sulle figure 7 e 8, lette insieme alle figure 5 e 6 (e alla tabella 1), si vede che le variabili che contano sono la Quota (quadrante di sinistra in alto), lo spessore di A, lo scheletro perc, il pH di A e la T media (nei due quadranti di destra). Sono anche, e giustamente, le variabili che hanno i valori di correlazione più alti sulla tabella 1. Le altre variabili sono molto più corte, tirano con meno forza i rilevamenti della figura 5. Possiamo dire che i Moder sono tirati nel quadrante in alto a sinistra della figura 5 dalla variabile quota, correlata negativamente con l'asse 1 e positivamente con l'asse 2. Nella stessa direzione “tirerebbe” anche l'indice di De Martonne, che abbiamo messo come variabile passiva, dato dal rapporto $P/(T+10)$. Precipitazioni e

temperatura sono molto legate alla quota e l'Indice di De Martonne si ritrova ad avere la stessa forza sui rilevamenti che la quota. Sulla figura 8 troviamo le stesse variabili ma sul piano dei fattori 1-3. Una di queste variabili, sabbia %, potrebbe aiutare a capire la posizione più bassa dei Moder nei confronti di Mull e Amphi (fig. 6).

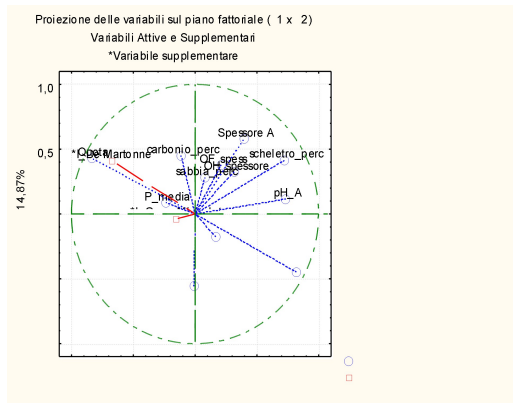


Figura 7. Variabili in gioco sui piani fattoriali 1-2. In rosso le variabili supplementari, passive.

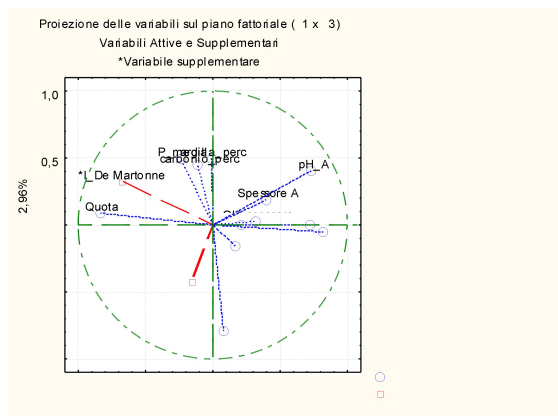


Figura 8. Variabili nel piano dei fattori 1-3. In rosso le variabili supplementari, passive

In conclusione di questa prima analisi, possiamo dire che le variabili che separano bene le quattro forme di humus tra loro sono le seguenti:

quota, spessore di A, scheletro, sabbia e argilla percentuali, pH di A e temperatura media dell'aria. Sui dati corrispondenti a tali variabili si sono fatti dei test di varianza, raggruppando i rilevamenti per forme di humus. Tali test permettono infatti di sapere la probabilità che hanno le misure effettuate su un gruppo di campioni di avere una media diversa da quella derivante dalle misure effettuate su campioni di altri gruppi.

2.2. Differenze tra le medie delle variabili nelle forme di humus

Siccome le forme di humus non sono rappresentate da un uguale numero di rilevamenti non possiamo utilizzare un'analisi della varianza classica ma dobbiamo avvalerci di un test non parametrico chiamato test di Kruskal-Wallis. I risultati sono presentati in forma di grafici su cui figurano le medie dei valori misurati nei gruppi (forme di humus) e i valori di 1 o 2 volte l'errore standard intorno al valore medio. La distribuzione delle misure è normale, ed è noto che in questo caso, all'interno di questi due baffi si trovano il 95 % delle misure.

Vengono qui riportati i risultati dei test realizzati prendendo le variabili più interessanti una dopo l'altra:

1. Le forme Amphi e Mull hanno Temperature medie annue più alte rispetto alle altre due forme (fig. 9, tabella 2). Sulla tabella 2 vengono riportati i valori incrociati di probabilità calcolati con il test di Kruskal-Wallis. In rosso sono segnalati i valori di probabilità molto significativi. I rilevamenti della temperatura dell'aria a livello di forme di humus Amphi hanno 0,000000 probabilità di essere confusi con quelli dei Moder. Dicendo che la temperatura dell'aria misurata a livello di un Amphi è uguale a quella misurata a livello di un Moder si ha ragione una volta su un milione. La temperatura media annuale dell'aria a livello degli Amphi è invece identica a quella

dei Mull. Dicendo che i Mull sono diversi dai Mor per la temperatura ci si sbaglia 6 volte su mille.

1. Test di Kruskal-Wallis sulla Temperatura media dell'aria (°C) a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

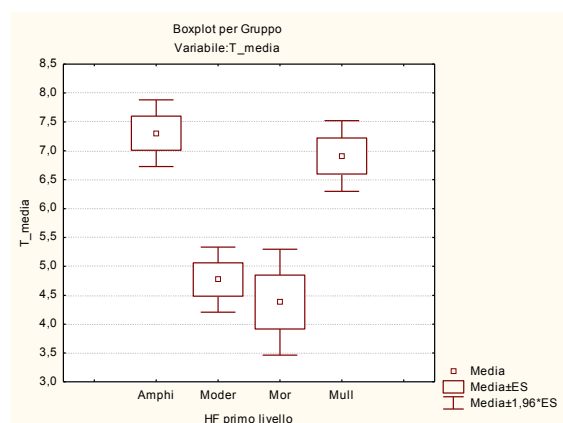


Figura 9. Test di Kruskal-Wallis sulla Temperatura media dell'aria a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

Tabella 2. Valori di probabilità Confronti Multipli (bilaterali); Variabile dipendente: T_media; Variabile indipendente (gruppo): HF primo livello = forme di humus. Test Kruskal-Wallis: H (gradi di libertà: 3, Numero di casi = 223) = 42,86139 p = ,0000

	Amphi	Moder	Mor	Mull
Amphi		0,000000	0,000937	1,000000
Moder	0,000000		1,000000	0,000023
Mor	0,000937	1,000000		0,006119
Mull	1,000000	0,000023	0,006119	

2. Le forme Moder e Mor si trovano a quote tra i 1550 e i 1750 metri, mentre i Mull e gli Amphi tra i 1000 e 1300 metri (fig. 10, tab. 3). Nella tabella 3 sono riportati i valori incrociati delle probabilità calcolati con il test Kruskal-Wallis (in rosso i valori di possibilità molto significativi).

Dai rilevamenti sulla quota si può vedere che non si possono trovare (0,000000) forme di humus Amphi e Mull alle quote dei Moder e Mor.

Affermando che si può trovare un Mull alla quota di un Moder si ha ragione 2,6 volte su 100000 mentre se si dice che a livello di quota un Amphi è diverso da un Mor ci si sbaglia 2 volte su 1000.

2. Test di Kruskal-Wallis sulla Quota (metri sul livello del mare) a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

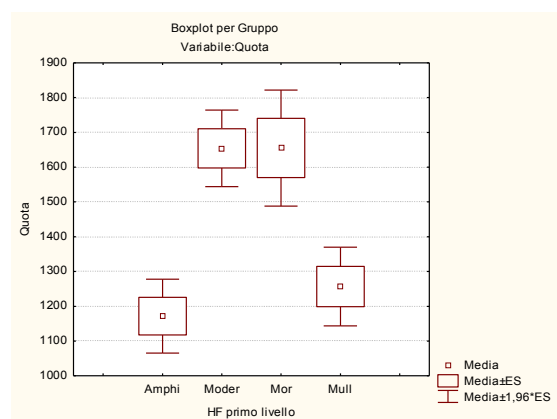


Figura 10. Test di Kruskal-Wallis sulla Quota a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

Tabella 3. Valori di probabilità. Confronti Multipli (bilaterali); Variabile dipendente: Quota ; Variabile indipendente (gruppo): HF primo livello – forme di humus. Test Kruskal-Wallis: H (gradi di libertà: 3, Numero di casi: = 223) = 42,34336 p =,0000.

	Amphi	Moder	Mor	Mull
Amphi		0,000000	0,002735	1,000000
Moder	0,000000		1,000000	0,000026
Mor	0,002735	1,000000		0,022145
Mull	1,000000	0,000026	0,022145	

3. In questo test (fig. 11, tab. 4) si può notare come il pH A dei Mor è il più acido mentre i Mull e gli Amphi si assomigliano e sono più vicini alla neutralità. I Mull e gli Amphi sono diversi dai Moder che invece assomigliano ai Mor. Dalla tabella 4 si può ricavare che affermando che i Mor hanno un pH A simile a quello dei Mull si ha ragione una volta su 1000000, mentre asserire che per i Mull e gli Amphi il pH A può essere simile è veritiero 96 volte su 100.

3. Test di Kruskal-Wallis sul pH_A a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

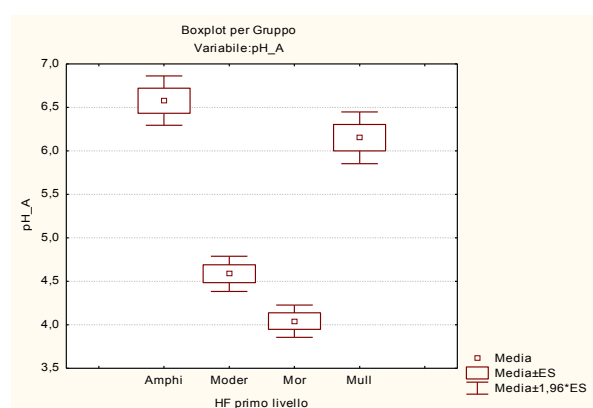


Figura 11. Test di Kruskal-Wallis sul pH_A a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

Tabella 4. Valori di probabilità. Confronti Multipli (bilaterali); Variabile dipendente: pH_A; Variabile indipendente (gruppo): HF primo livello – forme di humus. Test Kruskal-Wallis: H (gradi di libertà: 3, Numero di casi: = 198) = 92,37487 p =0,000.

	Amphi	Moder	Mor	Mull
Amphi		0,000000	0,000000	0,967247
Moder	0,000000		0,615362	0,000000
Mor	0,000000	0,615362		0,000001
Mull	0,967247	0,000000	0,000001	

4. Le forme di humus Amphi e Mull si trovano in terreni con percentuali di sabbia vicine al 35% mentre i Mor e i Moder in terreni con percentuali tra il 45 e il 50 (fig. 12, tab. 5).

Ci sono meno di 3 possibilità su 10000 di trovare un Moder vicino ad un Mull mentre ce ne sono 2 su 1000 per un Amphi.

4. Test di Kruskal-Wallis sul percento di sabbia in A a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

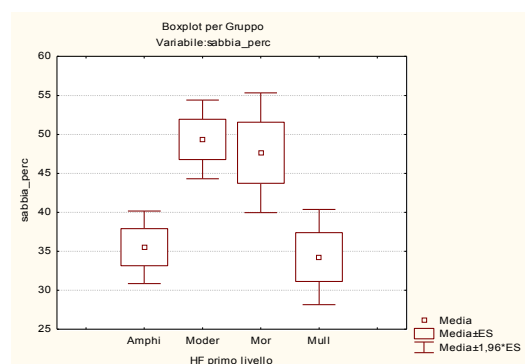


Figura 12. Test di Kruskal-Wallis sul percento di sabbia in A a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

Tabella 5. Valori di probabilità. Confronti Multipli (bilaterali); sabbia_perc; Variabile indipendente (gruppo): HF primo livello – forme di humus. Test Kruskal-Wallis: H (gradi di libertà: 3, Numero di casi: = 174) = 21,02618 $p = ,0001$

	Amphi	Moder	Mor	Mull
Amphi		0,002012	0,487391	1,000000
Moder	0,002012		1,000000	0,000278
Mor	0,487391	1,000000		0,216845
Mull	1,000000	0,000278	0,216845	

5. Le forme Moder e Mor si trovano in terreni con percentuali basse di argilla (15%), gli Amphi attorno al 20% ed i Mull al 23% (fig. 13, tab. 6). Dalla tabella 6 si può rilevare che ci sono due possibilità su 100 di trovare un Mull vicino a un Moder, nove su 100 di trovare un Moder vicino ad un Amphi e 86 su 100 un Mor vicino a un Amphi.

5. Test di Kruskal-Wallis sul percento di argilla in A a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

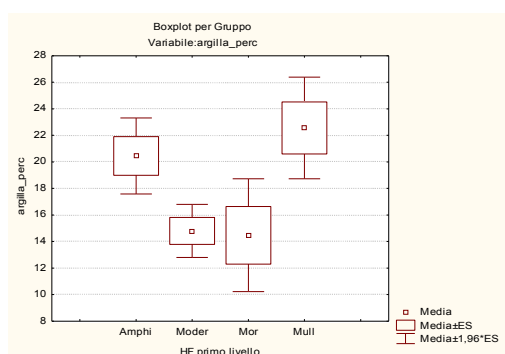


Figura 13. Test di Kruskal-Wallis sul percento di argilla in A a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

Tabella 6. Valori di probabilità. Confronti Multipli (bilaterali); argilla_perc; Variabile indipendente (gruppo): HF primo livello – forme di humus. Test Kruskal-Wallis: H (gradi di libertà: 3, Numero di casi: = 174) = 10,85490 p =,0125

	Amphi	Moder	Mor	Mull
Amphi		0,088522	0,863220	1,000000
Moder	0,088522		1,000000	0,023734
Mor	0,863220	1,000000		0,469088
Mull	1,000000	0,023734	0,469088	

Il test sul contenuto di scheletro stranamente non ha dato valori significativi di differenza tra le forme di humus.

Indici di De Martonne e di Gams

Gli Amphi si distinguono dai Moder (fig. 14, tab. 7). In generale è noto che l'Indice di De Martonne quando ha valori inferiori di 50 indica clima arido, valori superiori a 50 clima umido. Nel nostro studio, i valori medi più bassi sono intorno a 65 e corrispondono agli Amphi, seguono in ordine i Mull (68), i Mor (72) e i Moder (78) in crescente umidità del clima.

6. Test di Kruskal-Wallis sugli Indici di De Martonne e di Gams a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.:

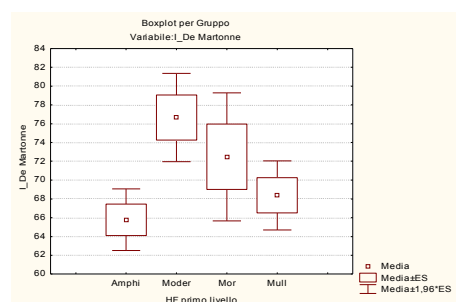


Figura 14. Test di Kruskal-Wallis sull'indice di De Martonne a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

Tabella 7. Valori di probabilità. Confronti Multipli (bilaterali); I_De Martonne; Variabile indipendente (gruppo): HF primo livello – forme di humus. Test Kruskal-Wallis: H (gradi di libertà: 3, Numero di casi: = 223) = 11,45397 p =,0095

	Amphi	Moder	Mor	Mull
Amphi		0,007421	1,000000	1,000000
Moder	0,007421		1,000000	0,124229
Mor	1,000000	1,000000		1,000000
Mull	1,000000	0,124229	1,000000	

Con l'indice di Gams (fig. 15, tab. 8), invece, si stima la continentalità del clima. Si tratta di un angolo la cui tangente vale l'altitudine in metri sulla Pioggia in mm. E' noto che angoli inferiori ai 45° sono di climi con carattere oceanico o non continentale (submediterraneo) mentre valori di angolo superiore ai 45° sono di tipo continentale. Nel nostro studio i valori medi più bassi sono di 45° e vengono associati ai Mull e agli Amphi, mentre il clima si continentalizza con i Moder (51°) e decisamente con i Mor (54°). Il test però non è significativo nemmeno volendo distinguere gli estremi Mull e Mor, almeno il 5,74 percento dei Mull (o dei Mor) si trovano in posti con indice di Gams simile a quello in cui si trovano i Mor (o i Mull).

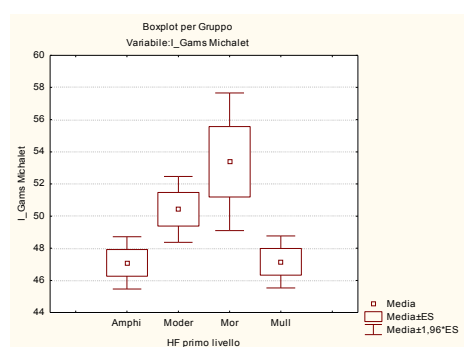


Figura 15. Test di Kruskal-Wallis sull'indice di Gams Michael a livello dei rilevamenti appartenenti alle quattro forme di humus Amphi, Moder, Mor e Mull.

Tabella 8. Valori di probabilità. Confronti Multipli (bilaterali); I_Gams Michalet; Variabile indipendente (gruppo): HF primo livello – forme di humus. Test Kruskal-Wallis: H (gradi di libertà: 3, Numero di casi: = 223) = 10,70230 p =,0135

	Amphi	Moder	Mor	Mull
Amphi		0,316725	0,077389	1,000000
Moder	0,316725		0,968590	0,207914
Mor	0,077389	0,968590		0,057403
Mull	1,000000	0,207914	0,057403	

2.3. Studio grafico: forme di humus, vegetazione e tipo di suolo.

Sistemando su due assi i tipi di suolo e di vegetazione e colorando il punto di incrocio con i nomi/colori delle forme di humus si può ottenere la figura 16. Su di essa compaiono abbastanza bene delle nuvole di colore dominante a livello di definiti suoli o vegetazioni. Il colore verde dei Mull domina a livello di suoli 101, 102 e 103, indipendentemente o quasi dalla vegetazione. Lo stesso succede per il colore violaceo dei Moder e dei Mor che occupano i suoli >108. I Mor si associano decisamente un suolo 113 PU = Podzol Umoferrico. Gli Amphi sono più ubiquitari, non su suoli acidi ma dappertutto da 100 a 110 e su tutte le vegetazioni tranne 110 e 111. No Moder e Amphi su vegetazione 106.

Riassumendo i dati che si possono leggere in figura 16 sono i seguenti:

Forme di humus e Suoli: Moder e Mor quando suolo > 110 : Ranker e Podzol

Amphi e Mull se suolo < 106 : Bruni, Bruni calcarei, Rendzina, Umocalcarei.

Forme di humus e vegetazione: per la vegetazione ci sono tante righe con forme e suoli misti, poi una (la 111= CA= Castagneto) con soli Mull e suoli (103 = BC, 107 = BA), una (la 106 = CL= Piceo-faggete) con Mull e Amphi su suoli da 101 a 105 e

107, e una (la 110 = LA= Lariceti) piuttosto acida a Moder e Mor su suoli 106 (BO) e 113 (PU).

I Mull sono forme di suoli Bruni e in ambienti con Carpino; i Moder o Mor di suoli Bruni Ocra (che sono suoli in transizione verso i podzols) e Podzols in ambienti alti con Larice o rododendri.

Le situazioni miste sono probabilmente dovute alla dinamica del bosco (Zanella et al. 2001): in una pecceta, per esempio, nelle aperture più soleggiate o sotto la rinnovazione troviamo dei Mull che di solito sono a quote più basse; nel bosco chiuso in crescita tipico di una perticaia, senza luce e freddo, troviamo i Moder; e nel resto del bosco dei Moder che slittano verso gli Amphi e i Mull, a seconda delle condizioni di umidità del suolo (gli Amphi nelle zone più secche o nelle peccete calcaree).

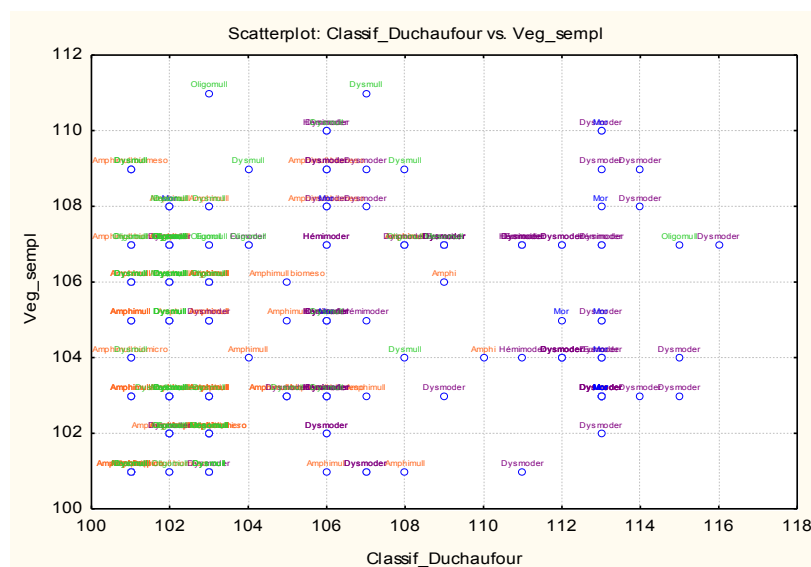


Figura 16. Disposizione grafica dei rilevamenti. Al punto d'incrocio di suolo e vegetazione di un rilevamento, è stato raffigurato un cerchietto del colore della forma di humus di quel rilevamento. I colori sono quelli delle figure 5 e 6 (verde per i Mull, arancione per gli Amphi, rosa-violaceo per i Moder e blu per i Mor).

Legenda delle variabili riportate sugli assi: ascissa = suoli classificazione di Duchaufour (nomi in italiano); ordinata = vegetazione

codice	DUCHAUFOUR	Vegetazione semplificata
101	RF Rendzina Forestali	AL Altre latifoglie (orno-ostrieti...)
102	BL Bruni Lisciviati	FG Faggete
103	BC Bruni Calcarei	PC Peccete
104	SU Suoli Umocalcarei	MU Mughete, Rodoreti
105	BOu Bruni Ocrici umiferi	PL Picea-Larix subalpini
106	BO Bruni Ocrici	CL Piceo-faggeto, misti latifoglie e conifere
107	BA Bruni Acidi	PA Pascoli, prati
108	RE Rendzina di Erosione e/o sottili	AB Abieteti (ab. Bianco > 50%)
109	R Ranker	PI Pinete
110	RAQ Rendzina Umiferi di alta quota	LA Lariceti
111	RP Ranker Podzolici	CA Castagneto
112	RPU Ranker Podzolici Umiferi	
113	PU Podzol Umoferrici	
114	OP Ocri Podzolici	
115	LI Litosuoli su calcare	
116	Sa[ca] Suoli alluvionali calcarei	

CONCLUSIONI

In Trentino troviamo queste combinazioni di suoli, vegetazione e forme di humus:

- **Rendzina forestali** sotto vegetazione varia: Orno-ostrieti e altre latifoglie, Peccete, Mughete e Rodoreti, Picea-Larix subalpini, Piceo-Faggeti misti e Pinete e con le forme di humus Amphi e Dysmull.
- **Bruni lisciviati** sotto vegetazione varia: Orno-ostrieti e altre latifoglie, Faggete, Peccete, , Picea-Larix subalpini, Piceo-Faggeti misti, Pascoli e Prati e Abieteti con più del 50% di Abete bianco e con forme di humus Amphi Dysmull, Mesomull, Oligomull e un Mor.
- **Bruni calcarei** sotto vegetazione varia: Orno-ostrieti e altre latifoglie, Faggete, Peccete, , Picea-Larix subalpini, Piceo-Faggeti misti, Pascoli e Prati, Abieteti

con più del 50% di Abete bianco e Castagneto con forme di humus Amphi, Dismull, Eumull, Mesomull e un Dysmoder.

- **Suoli umocalcarei** sotto vegetazione varia: Mughete, Pascoli, Pinete e Castagneto con forme di humus Amphi, Dysmull, Eumoder e Oligomull.
- **Bruni Ocrici umiferi** sotto questa vegetazione: Peccete, Picea-Larix subalpini e Piceo-Faggeti misti con forme di humus Amphi, Dysmull e Dysmoder.
- **Bruni Ocrici** sotto vegetazione di Orno-ostrieti e altre latifoglie, Faggete, Peccete, , Picea-Larix subalpini, Pascoli e Prati, Abieteti con più del 50% di Abete bianco e Lariceti, forme di humus Amphi, Dysmull, Hémimoder e Dysmoder.
- **Bruni Acidi** sotto vegetazione di Orno-ostrieti e altre latifoglie, Peccete, Picea-Larix subalpini, Abieteti, Pinete e Castagneto; forme di humus Amphi, Dysmull, Dysmoder e Hémimoder.
- **Rendzina di Erosione e/o sottili** sotto Orno-ostrieti, Mughete-Rodoreti, Pascoli e prati e Pinete con forme di humus Amphi, Dysmull, Oligomull e Dysmoder.
- **Ranker** con vegetazione di Peccete, Piceo-Faggeti misti e Pascoli con forme di humus Amphi, Mesomoll, Dysmoder e Eumoder.
- **Rendzina Umiferi di alta quota** sotto Mughete-Rodoreti e con forma di humus Amphi.
- **Ranker Podzolici** con Orno-Ostrieti e altre latifoglie, Mughete e Pascoli e prati con forme di humus Dysmoder e Hémimoder.
- **Ranker Podzolici Umiferi** sotto Mughete-Rodoreti, Picea-Larix subalpini e Pascoli e prati con forme di humus Dysmoder e Mor.
- **Podzol Umoferrici** sotto una vegetazione di Faggete, Peccete, Mughete, Picea-Larix subalpini, Pascoli, Abieteti, Pinete e Lariceti con forme di humus Dysmoder, Hémimoder e Mor.

- **Ocra Podzolici** con una vegetazione di Peccete, Abieteti e Pinete e come forma di humus Dysmoder
- **Litosuoli su calcare** con vegetazione di Peccete, Mughete e Pascoli e forme di humus Dysmoder e Oligomull
- **Suoli alluvionali calcarei** Pascoli e prati con forma di humus Dysmoder.

Le forme di humus sono sensibili alla temperatura media dell'aria. Troviamo infatti Amphi e Mull in siti dove le temperature medie sono più alte mentre, tranne che in rari casi i Moder e i Mor hanno invece bisogno di temperature medie più basse. Per quanto riguarda le precipitazioni medie i Mor sono le forme di humus con il dato medio più basso. Sono sensibili anche alla quota, infatti alle quote più alte si trovano principalmente Moder e Mor, i Mull e gli Amphi si trovano a quote più basse.

Nei suoli dove si trova la forma di humus Mor il pH dell'orizzonte A è molto acido (pH 4), meno acido (pH 4,6) nei Moder, quasi neutro nei Mull (pH 6,2) e negli Amphi (pH 6,6).

Anche le percentuali di sabbia e di argilla sono correlate alle forme di humus. Orizzonti A con basse percentuali di sabbia (25%) si trovano essenzialmente in Amphi e Mull, mentre negli A di Moder e Mor si trovano percentuali di sabbia tra il 45 e il 50%.

All'opposto per la percentuale di argilla nell'orizzonte A le forme di humus Moder e Mor sono più frequenti a percentuali vicine al 15%, gli Amphi al 20% e i Mull al 22%.

L'indice di aridità di De Martonne calcolato in Trentino distingue bene gli Amphi (valore più basso, clima secco) dai Moder (valore più alto, umido) mentre Mull e Mor sono intermedi.

BIBLIOGRAFIA

Chersich S., Galvan P., Frizzera L., Scattolin L., (2007). Variabilità delle forme di humus in due siti campione di pecceta altimontana trentina. *Forest@* 4 (2): 220-226. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

Chersich S., Ivetic B., D'Alessio D., (2006). Studio preliminare della variabilità delle forme di humus studiate secondo due diversi approcci in relazione al tipo di vegetazione presente in stazioni campione di aree montane lombarde. *Forest@* 3 (4): 562-568. [online] URL: <http://www.sisef.it/>

Galvan P., Solaro S., Chersich S., Zanella A., (2006). Il ruolo della pedofauna nella variabilità spaziale e temporale delle forme di humus: indagini micromorfologiche su sezioni sottili ed osservazioni allo stereoscopio. *Forest@* 3 (4): 555-561. [online] URL: <http://www.sisef.it/>

Mancabelli A., Sartori G. (2009). *Carta dei suoli del Trentino : scala 1:250.000 (Lavis : Esperia)*

Sartori Giacomo, (2007). *I suoli della piana delle Viote : paesaggi, suoli e forme di humus. Centro di Ecologia Alpina, Trento, pp. 111*

Sartori Giacomo, (2009). *Suoli degli ambienti alpini. Museo tridentino di scienze naturali, Trento, pp. 169 – Studi trentini di scienze naturali 85*

Sartori, G., Wolf, U., Mancabelli, A., & Corradini, F. (1997). Principali tipi di suoli forestali nella provincia di Trento. *Studi trentini di scienze naturali. Acta geologica*, 72 (1995), pp. 41-54.

Sartori, G., Corradini, F., Mancabelli, A., & Wolf, U. (2000). Verso un catalogo dei suoli del Trentino: 2. Suoli bruni ocrici e suoli bruni acidi (Dystric Cambisols). *Studi trentini di scienze naturali. Acta geologica*, 75 (1998), pp. 83-105.

Sartori, G., Corradini, F., Mancabelli, A., & Wolf, U. (2001). Verso un catalogo dei suoli del Trentino. 3. Rendzina (Rendzic Leptosols) e suoli rendziniformi. *Studi trentini di scienze naturali. Acta geologica*, 76 (1999), pp. 43-70.

Sartori, G., Corradini, F., & Mancabelli, A. (1997). Verso un catalogo dei suoli del Trentino: 1. I suoli bruni lisciviati (Luvisols). *Studi trentini di scienze naturali. Acta geologica*, 72 (1995), pp. 55-77.

Sitzia, Tommaso, (2009). Ecologia e gestione dei boschi di neoformazione nel paesaggio Trentino. Provincia autonoma di Trento. , pp. 301

Vendramin E., Concheri G., Zanella A., Nardi S., Squartini A. (2007). Analisi di fingerprint molecolare delle comunità batteriche negli humus di peccete alpine. In: -. La gestione delle foreste tra cambiamenti globali e azioni locali - Programma definitivo e Abstract book. Arezzo, 25-27 settembre 2007, p. 66

Zanella A., Jabiol B., Ponge J.-F., Sartori G., De Waal R., Van Delft B., Graefe U., Cools N., Ktzensteiner K., Hager H., English M., Brethes A. (2009). Toward a European humus forms reference base. Studi Trentini Di Scienze Naturali, vol. 85, p. 145-151, ISSN: 2035-7699

Zanella A., Tomasi M., De Siena C., Frizzera L., Jabiol B., Nicolini G. (2001). Humus forestali. Manuale di ecologia per il riconoscimento e l'interpretazione. Applicazione alle faggete. Centro di Ecologia Alpina, Trento, pp. 321.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio molto Giacomo Sartori e Nicola La Porta per la loro disponibilità e pazienza nel seguire il mio lavoro. Il dott. Giacomo Sartori mi ha consegnato i rilevamenti di campo effettuati con i suoi collaboratori. Senza questi dati e senza i suoi preziosi consigli riguardanti la lettura dei rilevamenti non avrei mai potuto condurre a buon fine questo lavoro. Ringrazio il dott. Nicola La Porta per l'aiuto che mi ha dato nella ricerca dei dati climatici.

Ringrazio il prof. Zanella per avermi fatto scoprire il mondo degli humus forestali, per la sua costante presenza nello svolgimento di questo lavoro e per l'aiuto nel trattamento statistico dei dati. Mi ha insegnato ad affrontare lo studio delle grandi tabelle di numeri mostrandomi come si possano riassumere in tabelle più piccole e in grafici di più facile interpretazione.